

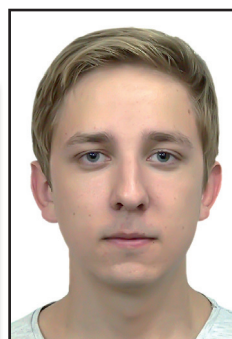


Снижение аварийных рисков с помощью систем интеллектуального видеонаблюдения



Любовь ЖУРАВЛЁВА
Lyubov M. ZHURAVLEVA

Александр БОГАЧЕВ
Alexander P. BOGACHEV



Никита ЯЦКИВСКИЙ
Nikita V. YATSKIVSKY

Журавлёва Любовь Михайловна – кандидат технических наук, доцент, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.
Богачев Александр Петрович – старший преподаватель МИИТ, Москва, Россия.
Яцкивский Никита Владимирович – студент МИИТ, Москва, Россия.

Reduction of Emergency Risks with the Help of Intelligent Video Surveillance Systems

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 210)

В статье рассматривается применение систем интеллектуального видеонаблюдения как дополнительной меры по обеспечению безопасности движения поездов на опасных участках железных дорог (переезды, тоннели, сложный рельеф и т.д.). Предлагается для организации каналов связи использовать ресурсы волоконно-оптической передающей сети и частотный диапазон поездной радиосвязи при условии модернизации существующей аппаратуры.

Ключевые слова: железная дорога, безопасность движения, видеонаблюдение, высокая чёткость, видеоаналитика.

Основным критерием оценки усилий по повышению безопасности движения поездов является снижение вероятности аварийной ситуации. Этот параметр отражает предупреждение и нейтрализацию большого числа вероятностей: отказа аппаратуры, обрыва линий связи, ошибок диспетчера и машиниста, оползней, камнепадов, злонамеренных действий и других негативных событий.

Одним из способов обеспечения безопасности на дорогах все увереннее становится внедрение систем интеллектуального видеонаблюдения. Эти системы могут предотвратить дорожно-транспортные происшествия на переездах, аварии на участках со сложным рельефом или с повышенной вероятностью оползней, опасные ситуации в условиях плохой видимости, в случае террористической угрозы взрывов в тоннелях и на других охраняемых объектах.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ

Автоматические и автоматизированные системы видеонаблюдения выполняют роль

одной из ключевых составляющих комплексных систем безопасности [1]. Задача видеонаблюдения подразумевает визуальный контроль заданной области пространства при помощи видеокамер, позволяющих сохранять и просматривать цифровые видеоданные, а также оценивать состояние контролируемой территории, выделяя так называемые «охраняемые события», причастные к тем или иным изменениям наблюдаемой обстановки.

Исторически основными функциями систем видеонаблюдения являются вывод информации в непрерывном режиме на пункт контроля и запись в архив. На сегодняшний день к таким системам предъявляются более высокие требования по части функционала, что стимулирует переход от аналоговых способов получения, отображения и хранения видеоинформации к цифровым (IP-камеры, компьютерные мониторы, цифровые базы данных).

Современные распределенные системы видеонаблюдения основаны на клиент-серверной архитектуре, согласно которой видеопоток от камер поступает на сервер, где производится его первичная обработка (сжатие, оцифровка видеосигнала) и хранение. Наличие специализированного программного обеспечения (ПО) для осуществления видеоаналитики — ядро всей системы интеллектуального видеонаблюдения, что, в свою очередь, отличает её от обычной системы видеонаблюдения. Такое ПО использует методы компьютерного зрения, которые позволяют выполнять автоматизированный сбор данных с помощью анализа потока видеоизображений.

Результатом видеоаналитики становятся сообщения об опасных объектах или событиях, которые передаются оператору только в случае обнаружения тревожных признаков, а также записываются в видеоархив.

Видеоаналитика опирается на алгоритмы обработки изображения и распознавания образов, позволяющие анализировать видео без прямого участия человека [2].

В зависимости от целей видеоаналитика может выполнять одну или несколько функций:

- 1) обнаружение объектов с помощью видеодетекторов движения;
- 2) слежение за объектом с помощью нескольких видеокамер и специальных алгоритмов обработки;

3) классификация объектов на основании признаков формы и размеров;

4) идентификация объектов (например, людей по биометрическим признакам лица);

5) распознавание (обнаружение) тревожных ситуаций на основе анализа поведения объекта наблюдения.

Видеоаналитика может иметь дополнительные функции, например:

- 1) прогнозирование поведения объекта;
- 2) интеллектуальное сжатие видеоконтента (передается только видео, содержащее тревожные ситуации), что уменьшает нагрузку на канал связи и оператора видеонаблюдения;
- 3) ранжирование (определение приоритета) событий видеоаналитики, что позволяет оператору сосредоточить внимание только на важных событиях и не отвлекаться на второстепенные ситуации.

С точки зрения применения различают следующие типы видеоаналитики:

- 1) периметральная (охрана протяженных участков);
- 2) ситуационная (распознавание тревожных ситуаций, связанных с поведением людей, движением транспортных средств);
- 3) биометрическая (идентификация лиц);
- 4) бизнес-аналитика (управление организацией).

С точки зрения аппаратно-программной архитектуры наиболее известны три типа систем видеоаналитики:

1) серверная видеоаналитика предполагает централизованную обработку видеоданных на центральном процессоре, непрерывную передачу видео от источника информации на сервер;

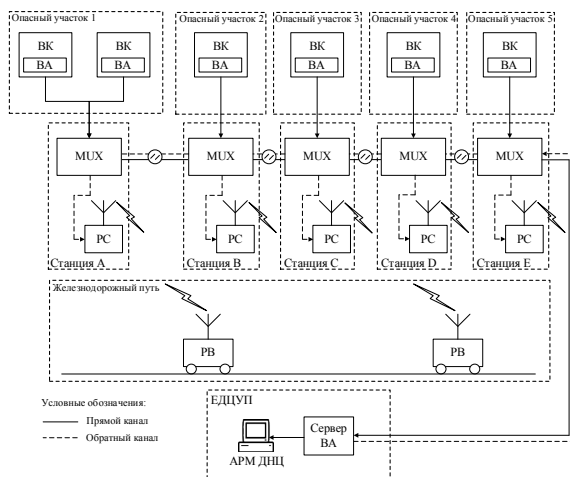
2) встроенная видеоаналитика реализуется в источнике видеоданных (видеокамере), работает на выделенном процессоре, передает данные об объекте вместе с видеопотоком на общий для всех камер сервер обработки, видеоанализа и хранения;

3) распределенная система реализуется как гибридный вариант серверной и встроенной видеоаналитики.

Главным недостатком многих вариантов видеоаналитики считается высокая частота ложных срабатываний. Эта проблема постепенно решается путем совершенствования алгоритмов видеоанализа.



Рис. 1. Схема организации системы интеллектуального видеонаблюдения на железнодорожном транспорте.



ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Интеллектуальное видеонаблюдение за движением поездов можно организовать с помощью волоконно-оптической системы передачи (ВОСП), предназначенной для сигналов оперативно-технологической связи, и цифровой системы поездной радиосвязи (ПРС).

Схема организации системы интеллектуального видеонаблюдения на железнодорожном транспорте, представленная на рис. 1, имеет следующие обозначения: ВК – видеокамера со встроенной ВА (видеоаналитикой); MUX – аппаратный комплекс, включающий в себя мультиплексор первичной сети и коммутационную станцию, обеспечивающую подключение видеокамер и радиостанций к сети доступа; РС – радиостанция стационарная; РВ – радиостанция возимая; АРМ ДНЦ – автоматизированное рабочее место поездного диспетчера; ЕДЦУП – единый дорожный центр управления перевозками, который располагается на станции управления дороги; СУ – система управления; СПД – сеть передачи данных; прямой канал – это канал передачи видеопотока с камер на сервер ВА и АРМ ДНЦ; обратный канал – это канал передачи видеопотока с сервера ВА в кабину машиниста (включает кроме проводного участка радиоканал ПРС).

Одна или несколько видеокамер (ВК) устанавливаются в местах повышенной опасности: на участках с оползнями, сложным рельефом, плохой видимостью, переездами, тоннелями (на входе и выходе) и т.д.

Встроенная видеоаналитика (ВА), реализованная с помощью видеопроцессора в ка-

мере, автоматически формирует управляющий сигнал для начала и конца трансляции видеоизображения от ВК на сервер, расположенный на станции управления дороги, при появлении опасного объекта в поле зрения камеры. После обнаружения видеоизображение объекта и метаданные с описанием содержания каждого кадра (местоположение, идентификация объекта, время, траектория, скорость движения и т.д.) передаются на сервер.

В сервере осуществляется декодирование, сравнение изображения от нескольких камер, видеоанализ, индексирование, оценка степени опасности события, хранение информации и т.д. Затем изображение выводится на экран автоматизированного рабочего места оператора или поездного диспетчера (ДНЦ).

Диспетчер принимает решение о необходимости передачи циркулярного вызова об опасном объекте или событии всем участникам движения (машинистам локомотивов, дежурным по станции ДСП и др.) и операторам подразделений (пути, энергоснабжения, сигнализации и блокировки и т.п.), находящихся на его участке железной дороги. Такой ситуационный режим передачи видеоизображения от ВК позволяет эффективно использовать каналы связи, не нагружает оператора, уменьшает объем хранимой видеoinформации и т.д.

Дополнительно можно реализовать с помощью каналов поездной диспетчерской связи (ПДС) и поездной радиосвязи (ПРС), в случае необходимости, передачу видеоизображения опасного объекта в сжатом формате машинистам локомотивов, полностью используя выделенный диапазон частот

цифровой ПРС на приём и передачу (шириной в 6 МГц). Для реализации этого варианта потребуется модернизация приёмо-передающей аппаратуры стационарных и локомотивных радиостанций или создание новых широкополосных радиостанций. В этом случае сохраняется расчётная трасса для распространения радиосигнала ПРС в выделенном для железнодорожного транспорта диапазоне частот (антенно-фидерные устройства, вышки для установки антенн, базовые станции).

Возможен вариант трансляции видеоизображения на локомотивы за 2 км от места установки видеокамер в случае обнаружения опасного объекта для своевременного торможения поезда. Для этих целей потребуется создание комплектов приёмопередающей аппаратуры в свободном диапазоне частот (2,41 ГГц) и установка дополнительных вышек для антенн [3].

Использование для основного канала передачи видеоизображения на станцию управления дороги волоконно-оптических систем передачи информации даёт возможность реализовать мегапиксельную видеоаналитику высокой чёткости (HD), позволяющую снизить объём видеоданных в 5 раз по сравнению со стандартными системами и обеспечить высокую детализацию объекта наблюдения для более качественного детектирования, сопровождения, идентификации и классификации целей в автоматическом режиме [4].

ВЫВОДЫ

Наибольшей эффективностью для повышения безопасности движения поездов обладает система интеллектуального видеонаблюдения с архитектурой, соединяющей алгоритмы встроенной и распределенной видеоаналитики. Такая схема будет передавать информацию только в случае возникновения тревожных событий, что позволит подключить к одному каналу связи несколько десятков видеокамер и облегчить работу оператора (ДНЦ).

В качестве обратного канала от ДНЦ к машинисту можно использовать каналы ПРС. В простейшем случае передавать рече-

вую информацию в режиме циркулярного вызова. В более сложных вариантах предусмотреть передачу видеосигналов в кабину локомотива в диапазоне частот железнодорожного транспорта или создавать для этих целей самостоятельную систему радиосвязи, непосредственно связанную с видеокameraми.

Основными функциями системы видеонаблюдения должны быть:

- обнаружение объектов;
- слежение за ними с помощью специальных алгоритмов обработки;
- идентификация и классификация объектов;
- ранжирование событий;
- распознавание тревожных ситуаций на основе анализа поведения объекта наблюдения;
- прогнозирование событий для предотвращения аварийных ситуаций.

Огромные возможности ВОСП по ширине полосы пропускания (более 20 ГГц) и современные технологии волнового уплотнения позволят реализовать интеллектуальное видеонаблюдение высокой чёткости, которое обеспечит более качественное детектирование объектов наблюдения и обнаружение опасных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Область применения: видеонаблюдение // Информационный проект профессионального сообщества «Техническое зрение». [Электронный ресурс]: <http://wiki.technicalvision.ru/index.php/>. Доступ 20.01.2017.
2. Видеоаналитика // ООО «Синезис». [Электронный ресурс]: <http://synesis.ru/technology/videoanalitika>. Доступ 20.01.2017.
3. Анопоченко Н. В., Косилов Р. А., Терешин Н. В., Богачев А. П. Радиотелевизионная система предотвращения наезд // Локомотив. — 2002. — № 8. — С. 29.
4. Видеоаналитика высокой чёткости (HD) // ООО «Синезис». [Электронный ресурс]: <http://synesis.ru/technology/videoanalitika-vyisokoj-chetkosti>. Доступ 20.01.2017.
5. Обзор систем видеонаблюдения // ООО «ЮКОНТРОЛ СБ». [Электронный ресурс]: <http://www.uscontrol.ru/videoabludenie/obzor/>. Доступ 26.01.2017.
6. Хрулев А. А. Интеллектуальная система видеонаблюдения в составе комплексной системы безопасности на метрополитене // Системы безопасности. — 2014. — № 2. — С. 40.
7. Макарецкий Е. А., Овчинников А. В., Нгуен Л. Х. Телевизионные измерительные системы контроля скоростного режима дорожного движения // Компоненты и технологии. — 2007. — № 4. — С. 34. ●

Координаты авторов: **Журавлёва Л. М.** — zhlubov@mail.ru, **Богачев А. П.** — alpebog@mail.ru, **Яцкинский Н. В.** — nikrestinpiece@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 20.01.2017, принята к публикации 12.04.2017.



REDUCTION OF EMERGENCY RISKS WITH THE HELP OF INTELLIGENT VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS

Zhuravleva, Lyubov M., Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.
Bogachev, Alexander P., Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.
Yatskovsky, Nikita V., Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.

ABSTRACT

The article considers the use of intelligent video surveillance systems as an additional measure to ensure the safety of train traffic on dangerous sections of railways (crossings, tunnels, complex

terrain, etc.). It is proposed to use the resources of the fiber-optic transmission network and the frequency range of train radio communication for organization of communication channels, provided that the existing equipment is modernized.

Keywords: railway, traffic safety, video surveillance, high definition, video analytics.

Background. The main criterion for assessing efforts to improve the safety of train traffic is to reduce the likelihood of an emergency. This parameter reflects the prevention and neutralization of a large number of probabilities: failure of equipment, breakage of communication lines, operator's and driver's errors, landslides, rockfalls, malicious acts and other negative events.

One of the ways to ensure safety on the roads is the introduction of intelligent video surveillance systems. These systems can prevent road accidents at crossings, accidents in areas with complex terrain or with an increased likelihood of landslides, dangerous situations in conditions of poor visibility, in case of terrorist threat of explosions in tunnels and other protected sites.

Objective. The objective of the authors is to consider reduction of emergency risks with the help of intelligent video surveillance systems

Methods. The authors use general scientific and engineering methods, comparative analysis, evaluation approach.

Results.

Classification of systems

Automatic and automated video surveillance systems act as one of the key components of integrated security systems [1]. The task of video surveillance involves visual control of a given area of space using video cameras that allow storing and viewing digital video data, as well as assessing the state of the monitored territory, highlighting the so-called «security events» that are involved in various changes in the observed situation.

Historically, the main functions of video surveillance systems are the output of information in a continuous mode to the point of control and recording into the archive. To date, these systems have higher requirements for functionality, which stimulates the transition from analogue methods of obtaining, displaying and storing video information to digital (IP cameras, computer monitors, digital databases).

Modern distributed video surveillance systems are based on the client-server architecture, according to which the video stream from the cameras goes to the server, where it is first processed (compression, digitization of the video signal) and stored. The availability of specialized software for the implementation of video analytics is the core of the entire intelligent video surveillance system, which, in turn, distinguishes it from the conventional video surveillance system. Such software uses computer vision techniques that allow automated collection of data by analyzing the flow of video images.

The result of video analytics are messages about dangerous objects or events that are transmitted to the operator only in case of detection of alarm signs, and also recorded in the video archive.

Video analytics relies on algorithms for image processing and pattern recognition, which allow analyzing video without direct human participation [2].

Depending on the goals, the video analyst can perform one or more functions:

- 1) detection of objects using video motion detectors;
- 2) tracking the object with the help of several video cameras and special processing algorithms;
- 3) classification of objects on the basis of signs of shape and size;
- 4) identification of objects (for example, people according to the biometric features of the person);
- 5) recognition (detection) of alarm situations on the basis of an analysis of the behavior of the object of observation.

Video analytics can have additional functions, for example:

- 1) prediction of the behavior of the object;
- 2) intelligent compression of video content (only the video containing alarming situations is transmitted), which reduces the load on the communication channel and the video surveillance operator;
- 3) ranking (prioritizing) the events of video analytics, which allows the operator to focus only on important events and not be distracted by secondary situations.

From the point of view of application, the following types of video analytics are distinguished:

- 1) perimeter (protection of extended areas);
- 2) situational (recognition of anxiety situations associated with human behavior, movement of vehicles);
- 3) biometric (identification of persons);
- 4) business intelligence (organization management).

From the point of view of the hardware-software architecture, three types of video analytics systems are best known:

- 1) server video analytics assumes centralized processing of video data on the central processor, continuous transmission of video from the source of information to the server;
- 2) built-in video analytics is implemented in the video data source (video camera), works on a dedicated processor, transmits data about the object along with the video stream to a common processing, video analysis and storage server for all cameras;
- 3) distributed system is implemented as a hybrid version of server and embedded video analytics.

The main disadvantage of many variants of video analytics is the high frequency of false positives. This problem is gradually solved by improving the algorithms of video analysis.



calculation path for propagation of the radio signal of TRC in the frequency band allocated for the railway transport (antenna-feeder devices, towers for antenna installation, base stations) is retained.

It is possible to transmit video images to locomotives 2 km away from the installation site of video cameras in case of detection of a dangerous object for the timely braking of the train. For this purpose, the creation of sets of transceiver equipment in the free frequency band (2,41 GHz) and the installation of additional towers for antennas is required [3].

The use of a fiber-optic data transmission system for the main channel of video transmission to the road control station enables megapixel high-definition (HD) video analytics to reduce the amount of video data by 5 times compared to standard systems and provide high detailization of the object for better detection, tracking and classification of targets in automatic mode [4].

Conclusions. The most effective for improving the safety of train traffic is the intelligent video surveillance system with an architecture that connects the algorithms of built-in and distributed video analytics. Such a scheme will transmit information only in the event of alarm events, which will allow connecting several dozens of video cameras to one communication channel and facilitate the operator's work (DNC).

As a reverse channel from the DNC to the driver, one can use the TRC channels. In the simplest case, transmit voice information in the circular call mode. In more complex versions, provide for transmission of video signals to the locomotive cabin in the frequency range of the railway transport or to create for these purposes an independent radio communication system directly connected with the video cameras.

The main functions of the video surveillance system should be:

- detection of objects;
- tracking them with the help of special processing algorithms;

- identification and classification of objects;
- ranking of events;
- recognition of alarm situations based on the analysis of the behavior of the object of observation;
- prediction of events to prevent emergencies.

The huge capabilities of FOTS over the bandwidth (more than 20 THz) and modern wave-sealing technologies will allow the implementation of intelligent high-definition video surveillance that will provide better detection of objects of observation and detection of dangerous situations.

REFERENCES

1. Information project of the professional community «Technical Vision». [Electronic resource]: <http://wiki.technicalvision.ru/index.php/>. Last accessed 20.01.2017.
2. Video analytics [Videoanalitika]. LLC «Synesis». [Electronic resource]: <http://synesis.ru/technology/videoanalitika>. Last accessed 20.01.2017.
3. Anopchenko, N. V., Kosilov, R. A., Tereshin, N. V., Bogachev, A. P. Radio-TV system will prevent the collision [Radiotelevizionnaya sistema predotvratit naезд]. *Lokomotiv*, 2002, Iss. 8, p. 29.
4. Video analytics of high definition (HD) [Videoanalitika vysokoy chetkosti (HD)]. LLC «Synesis». <http://synesis.ru/technology/videoanalitika-vysokoj-chetkosti>. Last accessed 20.01.2017.
5. Survey of CCTV systems [Obzor sistem videonabljudeniya]. LLC «YUKONTROL SB». <http://www.ucontrol.ru/videonabludenie/obzor/>. Last accessed 26.01.2017.
6. Khrulev, A. A. Intelligent video surveillance system as part of a comprehensive security system on the subway [Intellektual'naya sistema videonabljudeniya v sostave kompleksnoy sistemy bezopasnosti na metropolitene]. *Sistemy bezopasnosti*, 2014, Iss. 2, p. 40.
7. Makaretsky, E. A., Ovchinnikov, A. V., Nguen, L. Kh. Television measuring systems for controlling the high-speed traffic regime [Televizionnye izmeritel'nye sistemy kontrolja skorostnogo rezhima dorozhnogo dvizheniya]. *Komponenty i tehnologii*, 2007, Iss. 4, p. 34.

Information about the authors:

Zhuravleva, Lyubov M. – Ph.D. (Eng), associate professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, zhlubov@mail.ru.

Bogachev, Alexander P. – senior lecturer of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, alpebog@mail.ru.

Yatskivsky, Nikita V. – student of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, nikrestinpiece@gmail.com.

Article received 20.01.2017, accepted 12.04.2017.